

индукции синтеза пролина и активации СОД при действии поллютантов и как следствие, уменьшении повреждения мембран, о чем свидетельствует уменьшение интенсивности ПОЛ. Таким образом, можно предположить, что растения, находящиеся в условиях сильного продолжительного стресса в сравнении теми, которые не испытывают или в меньшей степени испытывают стресс, обладают большей устойчивостью к ионам меди.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» ГК № П2364.

Библиографический список

1. Жуйкова Т.В., Безель В.С., Мордвина Е.С. Фитоценозы техногенно нарушенных территорий и их роль в биогенных циклах химических элементов. Ученые записки НТГСПА /Отв. Ред. Т.В. Жуйкова – Нижний Тагил: НТГСПА, 2006. С. 31-72.

2. Методы оценки устойчивости растений к стрессовым факторам. Руководство для большого специального практикума по физиологии и биохимии растений. Г.Ф. Некрасова, М.Г. Малева, составление. Екатеринбург: Уральский государственный университет им. А.М. Горького, 2007.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕДИ НА ПОГЛОЩЕНИЕ И ТРАНСЛОКАЦИЮ НЕКОТОРЫХ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е.М. Иванова, В.П. Холодова

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва.

E-mail:ilma25@mail.ru

Cu, Fe, Mn, и Zn являются эссенциальными элементами, в небольших количествах необходимыми для метаболизма, роста и развития растений (Haydon, Cobbett, 2007), поскольку каждый из них является компонентом ряда металлобелков (Кузнецов, 2006). Несмотря на важную роль этих элементов в растениях, до сих пор мало изученным остается вопрос об их взаимодействии при поступлении и распределении в растении. В связи с этим цель нашей работы заключалась в изучении влияния повышенного содержания CuSO_4 в среде (10, 50 и 150 мкМ) на закономерности поглощения и переноса в надземные органы ионов железа, марганца и цинка.

Опыты проводили на растениях рапса *Brassica napus* (L.) сорта Вестар, выращенных на питательной среде Хогланда-Снайдерс с 0.25 мкМ CuSO_4 , 1 мкМ MnSO_4 , 1 мкМ ZnSO_4 и 12 мкМ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ (без ЭДТА). Отмывку корней от абсорбированных на поверхности ионов металлов проводили в течение 15 мин в 10 мМ ЭДТА.

Поступление избытка ионов меди в корни и листья удалось зарегистрировать уже в первые сутки воздействия. Так, при действии 150 мкМ CuSO_4 ее содержание в корнях и листьях в 6-4 раза превышало

контрольные величины. При продолжении эксперимента была отчетливо выражена концентрационная зависимость поступления Cu как в корни, так, с некоторым отставанием по времени, в листья. За 10 дней опыта концентрация меди в корнях в 7-16 раз превышала контрольные значения, а в листьях увеличилась в 7-14 раз, достигая 215.1 ± 17.3 мкг/г сухой массы.

В этих же опытах на фоне повышающегося содержания меди в тканях растений рапса было изучено содержание железа, марганца и цинка. Наименее заметным было влияние избытка Cu на поглощение Zn. Только к концу эксперимента при действии 150 мкМ CuSO₄ происходило 45 %-ое снижение поглощения Zn корнем, при этом не было обнаружено достоверной разницы в переносе Zn в надземные органы. Значительно более сильным оказалось влияние Cu на поглощение корнем марганца, снижение его содержания уже в первые сутки эксперимента составило 15-45 % по отношению к контролю. К концу опыта, на 10-й день воздействия, ингибирование поглощения достигло 84 %. Однако поступление Mn в листья было задето избытком меди в значительно меньшей степени, максимальное снижение содержания составляло 51 %. По иному проявилось влияние высоких концентраций меди на поступление и распределение железа. Повреждающее воздействие избытка меди развивалось довольно медленно, тем не менее, 10-дневное воздействие 150 мкМ CuSO₄ снижало содержание Fe на 1/3 от контроля, причем практически в одинаковой степени ингибировалось как поступление Fe в корни, так и транслокация его в надземные органы.

Таким образом, достоверное угнетение избытком Cu поступления в корни растений рапса Zn, Fe и особенно Mn свидетельствует об их взаимодействии на уровне мембранных транспортеров (возможно, IRT и/или COPT) (Yruela, 2009). Вместе с тем, существенные различия во влиянии избытка Cu на транслокацию изученных микроэлементов в надземные органы подтверждают специфичность хелатирующих агентов (лигандов) в их участии в компартментации и органном распределении Fe, Mn и Zn в растениях рапса.

Библиографический список

1. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М: Высш. шк., 2006. 742 с.
2. Haydon M.J., Cobbett C.S. Transporters of ligands for essential metal ions in plants // New Phytologist. 2007. V. 174. P. 499-506.
3. Yruela I. Copper in plants: acquisition, transport, interactions // Funct. Pl. Biol. 2009. V. 36. P. 409-430.